

오디 추출물의 알코올 분해능 및 항산화 효과

이 은 주 · 배 지 현[†]

계명대학교 식품영양학과

Study on the Alleviation of an Alcohol Induced Hangover and the Antioxidant Activity by Mulberry Fruit

Eun-Ju Lee and Ji-Hyun Bae[†]

Dept. of Food Science and Nutrition, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

Abstract

This study investigated the effects of mulberry fruit extract on antioxidant activities and the alleviation of an alcohol-induced hangover, which was measured with alcohol dehydrogenase(ADH) enzyme activity. The antioxidative capacity of each mulberry extract was measured by total phenolic compounds, electron donating ability, superoxide dismutase-like ability, thiobarbituric acid reactive substances, and nitrite scavenging ability. The 60% methanol extract yielded the highest total phenolic compounds. The electron donating ability of the 40% ethanol and 40% methanol extracts were 68% and 67%, respectively. The superoxide dismutase-like abilities of the 40% methanol and 40% ethanol extracts were 30% and 28%, respectively, when extracts were assayed at 2.5 mg/ml. The nitrite scavenging ability of the 60% ethanol and 40% methanol extracts were 98% and 97%, respectively. The 60% ethanol extract yielded the highest ADH.

Key words: antioxidative activity, mulberry, alcohol dehydrogenase

서 론

오디는 한방에서 상심(桑椹), 상실(桑實), 오심(烏椹), 흑심(黑椹) 등으로 불리며, 낙엽 교목인 뽕나무의 성숙한 과실로 검은색 또는 자홍색을 띠고, 5월에서 6월에 채취하여 식용으로 이용하거나 한약재로 사용하기도 한다(Park 등 1997). 완숙한 오디는 다량의 안토시아닌 계열의 색소를 가지고 있으며, 일반 과실에 비해 높은 영양 성분을 포함하고 있다. 특히 비타민 C는 감귤보다 1.5배 높다고 보고된 바 있고 유리당인 fructose와 glucose가 다량 함유되어 있으며, oxalic acid, citric acid도 소량 지니고 있다(Bang & Park 2008; Hong & Wrolstad 1990).

인체 내의 대사과정에서 불가피하게 발생하는 활성산소는 생체 조직을 공격하여 세포를 산화, 손상시키는 유해산소인데, 병원체나 이물질 제거하기 위한 생체방어 과정에서도

활성산소가 대량 발생하기도 한다. 활성산소는 세포나 세포 소기관에 손상을 초래하기도 하며, 생체 내 여러 단백질의 아미노산을 산화시켜 단백질의 기능 저하를 초래할 뿐만 아니라 핵산에도 손상을 주어 각종 돌연변이나 암의 원인이 되기도 한다(Aruoma OI 1998). 활성산소로 인해 우리 몸이 노화되고 손상되는 것을 막아주는 물질인 항산화제는 인체 내에 자연적으로 존재하는 것과 외부에서 투여해 주는 것으로 나눌 수 있는데, 인체 내에 자연적으로 존재하는 항산화제로는 SOD, 글루타치온, 페록시다제 등이 있으며, 외부에서 투여해 주는 것으로 비타민 E, C, 베타카로틴, 셀레늄 등이 대표적이다. 그 밖에 천연물에 많이 들어 있는 플라보노이드 성분과 폴리페놀류 등이 대표적인 항산화제들이다. 이들 항산화제들은 활성산소의 독성 작용을 제거하여 생체를 보호하고 있으며, 항산화 물질이 활성산소를 적절히 제거하지 못할 경우 축적되는 활성산소에 의해 여러 가지 질병이나 노화가 초래된다

[†] Corresponding author: Ji-Hyun Bae, Dept. of Food Science and Nutrition, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea. Tel: +82-53-580-5875, E-mail: jhb@kmu.ac.kr

고 알려져 있다(Shin DH 1996). 이와 같은 생체 내 활성산소의 독성을 억제하기 위해서 천연물에서 추출한 항산화 물질 등이 사용되기도 하며, 이러한 물질들로는 gossypol, flavonoids, carotenoids, oryzanol 등이 있으며, 이들이 포함된 식품을 섭취할 경우 활성 산소에 대한 생체 방어 시스템을 지속적으로 유지할 수 있게 된다고 한다. 합성 항산화제인 butylated hydroxy toluene(BHT), butylated hydroxy anisol(BHA) 등도 개발되어 왔으나, 이들은 생체 효소 기능 장애 및 간 비대, microsomal enzyme activity의 증가 등 그 유독성에 대해 많은 논의가 이루어지고 있어, 이에 보다 안전하고 강력한 항산화제의 개발이 요구되고 있다(Kyrtopoulos SA 1989; Cha 등 1998). 한편, 복잡하고 다양한 현대 사회에서 알코올의 섭취량은 날로 증가하고 있는 추세이며, 알코올의 과도한 섭취는 두통과 숙취 현상, 대사성 질환, 간경변 및 뇌손상 등 심각한 건강장애를 초래한다고 알려져 있는 바, 이러한 알코올 관련 독성을 해소할 수 있는 기능성 숙취 해소 활성 천연물에 대한 관심이 집중되고 있다(Yoon 등 1993). 본 연구에서는 추출 방법에 따른 오디 항산화 물질의 추출 효율과 숙취 해소 능력 등을 알아보므로, 오디를 기능성 식품의 신소재로 활용할 수 있는 가능성을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 오디(품종: 청일)는 고창 부안 조합에서 2009년 8월에 구입하여 -20°C 냉장고(LG 냉동고, Korea)에 보관하면서 시료로 사용하였다.

2. 오디 추출물의 제조

오디 시료 1 kg에 20배의 물을 가하여 homogenizer(T-10 BASIC, Korea)로 1,000 rpm에서 3분간 균질화 시킨 후 24시간 교반 추출하였다. 또한 40%, 60%의 ethanol과 methanol을 가하여 동일한 방법으로 추출하였으며, 불순물을 제거하기 위해 Whatman No.1 여과지(Whatman International Ltd., England)를 이용하여 여과시켰다. 여과된 용액은 감압농축기(EYELA, N-N. Series. Japan)를 사용하여 감압·농축시키고 농축물을 얻었다. 농축된 분획물은 냉동건조기(Vision, VS-802F, Korea)를 이용하여 건조물을 얻고, -20°C 냉장고(LG 냉동고, Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

3. Total Polyphenol 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis(1956)의 방법을 이용하여 측정하였다(AOAC 2005). 오디의 각 추출물을 2.5 mg/ml의 농도로 희석하여 시료와 10% sodium carbonate 용액을 넣어 혼

합한 후 50% Folin-Ciocalteu's reagent를 첨가하고, 1시간 방치 후 spectrophotometer(Kortron Instrument, Uvikon 930, Switzerland)로 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid를 이용하여 작성한 표준 곡선으로부터 함량을 구하였다.

4. 전자 공여능(Electron Donating Ability: EDA)의 측정

전자 공여능은 Blois MS(1958)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 오디 추출물 건조 시료를 2.5 mg/ml의 농도로 희석하여 $4.0 \times 10^{-4}\text{M}$ DPPH 용액(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 혼합하여 10분간 25°C 에서 반응시킨 후 spectrophotometer(Kortron Instrument, Uvikon 930, Switzerland)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자 공여능은 다음의 공식으로 계산하였다.

$$\text{전자 공여능 (\%)} = 100 - \left(\frac{A - C}{B} \times 100 \right)$$

A: 시료 첨가군의 흡광도

B: 시료 무첨가군의 흡광도

C: 시료 자체의 흡광도(DPPH 용액 대신 증류수 사용)

5. Superoxide Dismutase(SOD) 유사 활성 측정

SOD 유사 활성 측정은 Marklund & Marklund(1975)의 방법에 따라 측정하였다. 각 오디 추출물 건조 시료를 1 mg/ml의 농도로 희석하여 시험관에 취하고, pH 8.5로 보정한 Tris HCl buffer(50mM tris(hydroxy methyl)amino-methane+10mM EDTA)와 7.2 mM pyrogallol를 혼합하여, 25°C 로 10분간 방치한 후, 1 N HCl로 반응을 정지시키고, spectrophotometer(Kortron Instrument, Uvikon 930, Switzerland) 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 다음 공식에 의해 SOD 유사 활성을 계산하였다.

$$\text{SOD 유사 활성 (\%)} = 100 - \left(\frac{A - C}{B} \times 100 \right)$$

A: 시료 첨가군의 흡광도

B: 시료 무첨가군의 흡광도

C: 시료 자체의 흡광도(7.2 mM pyrogallol 대신 증류수 사용)

6. Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS) 측정

TBARS 측정은 Buege & Aust(1978)의 방법에 따라 측정하였다. 1% linoleic acid와 1% tween 40을 혼합하여 emulsion 만들고, emulsion에 각 오디 추출물을 혼합한 후 50°C water bath(JEIO TECH BS-11, Korea)에서 10시간 반응시킨 후 TBA/TCA 용액(0.375% 2-thiobarbuturic acid와 15% trichloroacetic acid를 1:1로 혼합)를 가하고 100°C 에서 15분간 끓인다. 냉각시킨 후 Centrifuge(Vision VS-5500CFN, Korea) 1,000 rpm에서 15분간

원심분리하고, 상층액을 spectrophotometer(Kortron Instrument, Uvikon 930, Switzerland)를 사용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{TBARS}(\text{mg malonaldehyde/kg sample}) = \text{absorbance at } 532 \text{ nm} \times 5.2$$

7. 아질산염 소거능

1 mM NaNO₂ 용액에 각 오디 추출물을 가하고, pH를 1.2로 조절한 후 37°C에서 1시간 동안 반응을 시켰다. 각 반응액에 2% acetic acid 용액과 Greiess 시약(30% 초산으로 각각 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것)을 가하여 혼합하고, 25°C에서 15분간 방치한 후 spectrophotometer(Kortron Instrument, Uvikon 930, Switzerland)를 사용하여 520nm에서 흡광도를 측정하였다(Lee YS 2007).

다음 식으로 소거능(%)을 구하였다.

$$\text{소거능}(\%) = [1 - (A - B)/C] \times 100$$

A: 1 mM NaNO₂ 용액에 추출물을 가하여 1시간 반응 후의 흡광도

B: 시료 자체의 흡광도

C: 1mM NaNO₂ 용액에 증류수를 사하여 1시간 반응 후의 흡광도

8. 알코올 분해능

50 mM sodium pyrophosphate buffer(pH 8.8)와 15mM β-NAD를 혼합한 후 95%(v/v) ethanol을 첨가하고, 여기에 오디의 용매별 추출물을 혼합하였다. 여기에 bovine serum albumin (pH 7.5)에 녹인 alcohol dehydrogenase 용액(ADH, 0.75 unit/ml)을 첨가한 후 spectrophotometer(Kortron Instrument, Uvikon 930, Switzerland) 340 nm에서 흡광도를 측정하였다(Chung 등 2004). 오디의 알코올 분해능을 시중에 판매되고 있는 숙취제거 음료와 비교해 보았다.

9. 통계 처리

통계 처리는 SPSS(Statistical Package for Social Science, version 18.0)를 이용하여 분산분석을 실시하였고, Duncan의 다범위 검정법으로 시료간의 유의적 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 오디 추출물의 총 페놀 화합물 함량

오디로부터 추출 용매를 달리 하여 페놀성 물질을 추출한 결과, Table 1과 같은 결과를 얻었다. 오디 추출물의 총 페놀 화합물 함량 결과, 60% methanol 추출물에서 다른 추출

Table 1. Contents of total phenolic compounds of each solvent fraction of mulberry fruit

Solvent	Total phenolic compounds (mg%)
H ₂ O extract	11.15±2.17 ^c
40% Ethanol extract	13.21±2.29 ^c
60% Ethanol extract	29.30±1.07 ^{ab}
40% Methanol extract	26.05±4.86 ^b
60% Methanol extract	31.92±0.15 ^a

¹⁾ Values are the mean±S.D.

²⁾ Means with different letters in same column are significantly different at $p < 0.05$.

물에 비해 31.92 mg%로 비교적 높은 함량을 나타내었고, 60% ethanol 추출물이 29.30 mg%, 40% methanol 추출물 25.05 mg%, 40% ethanol 추출물 13.21 mg%, H₂O 추출물이 11.15 mg% 순으로 함유하고 있었다. Cha 등(2004)은 증류수로 추출한 것보다는 ethanol이나 methanol, acetone으로 추출한 실험구가 phenol의 용출량이 높았다고 보고하였는데, 페놀성 물질은 일반적으로 하나 이상의 수산기가 치환된 방향족 환을 가지고 있는 식물성 성분으로 당이나 단백질과 결합하여 배당체로 존재하는 경우가 많아 극성 용매에 잘 용해된다(Lim & Suh 2000).

2. 오디 추출물의 전자공여능(Electron Donating Ability: EDA) 활성

전자공여능(electron donating ability) 작용은 식품 중의 지질 산화 억제나 인체 내에서 노화를 억제하는 작용의 척도로 이용된다. 항산화력을 측정하는 지금까지 보고된 여러 가지 방법 중 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical(DPPH)을 이용한 수소 공여능 측정은 가장 보편적으로 이용되고 있는데, 이는 빠른 시간 내에 항산화력을 비교할 수 있지만 재현성이 낮다는

Table 2. Electron donating ability of solvent fraction of mulberry fruit

Solvent	Electron donating ability (%)
H ₂ O extract	45.53±5.04 ^c
40% Ethanol extract	68.41±7.36 ^b
60% Ethanol extract	16.78±3.22 ^d
40% Methanol extract	67.43±3.21 ^b
60% Methanol extract	66.96±4.91 ^b
BHT	84.25±0.93 ^a

¹⁾ Values are the mean±S.D.

²⁾ Means with different letters in same column are significantly different at $p < 0.05$.

단점을 가지고 있다(Kim 등 2008). 오디의 각 용매별 추출물의 전자공여능을 측정한 결과는 Table 2와 같았다. 오디의 40% ethanol 추출물이 68.41%로 가장 높은 활성을 나타내었고, 40% methanol 추출물에서 67.43%, 60% methanol 추출물은 66.96%, H₂O 추출물 45.53%, 60% ethanol 추출물 16.78% 순으로 나타났다. 비교군으로 사용된 butyl hydroxy toluene(BHT)는 84.25%로 오디의 모든 추출물보다 더 높은 전자 공여능을 나타내었다.

3. 오디 추출물의 Superoxide Dismutase(SOD) 유사 활성 효과

항산화 효소 중의 하나인 superoxide dismutase(SOD)는 catalase와 더불어 생체 내 유해한 활성산소를 무해한 물 분자와 산소 분자로 전환시킴으로 생체를 보호하는 것으로 알려져 있다(Bannister & Bannister 1987). SOD 유사 활성 물질은 SOD와 유사한 역할을 하는 저분자 물질로 항산화 및 항노화와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 연구가 진행되고 있으며, 분자량이 적은 열이나 알칼리에 약한 phytochemicals들이 여기에 속한다(Storch & Ferver 1998). 오디의 각 용매별 추출물의 SOD 유사 활성 측정 결과는 Table 3과 같다. 오디의 40% methanol 추출물에서 29.50%로 높게 나타났고, 40% ethanol 추출물은 27.55%, 60% ethanol 추출물 26.73%, 60% methanol 추출물 25.58%로 나타났다. H₂O 추출물은 8.63%로 가장 낮은 활성을 나타내었지만, 합성 항산화제인 BHT는 78.42%로 오디의 다른 추출물보다 비교적 높은 SOD 유사 활성을 나타내었다.

4. 오디 추출물의 Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) 측정

오디의 각 용매 추출물의 TBARS에 의한 항산화 활성을 측정한 결과는 Table 4와 같이 나타났다. 오디의 H₂O 추출물에서 $0.16 \times 10^{-3} \mu\text{M}$ 로 나타나 추출물 대신 증류수를 이용한 것

Table 3. SOD-like ability of each solvent fraction of mulberry fruit

Solvent	SOD-like ability (%)
H ₂ O extract	8.63± 2.43 ^c
40% Ethanol extract	27.55± 6.84 ^b
60% Ethanol extract	26.73± 3.08 ^b
40% Methanol extract	29.50± 5.62 ^b
60% Methanol extract	25.58± 1.76 ^b
BHT	78.42±11.58 ^a

¹⁾ Values are the mean±S.D.

²⁾ Means with different letters in same column are significantly different at $p < 0.05$.

Table 4. Contents of TBARS of each solvent fraction of mulberry extract

Solvent	TBARS($\times 100 \mu\text{M}$)
H ₂ O extract	0.016±0.01 ^b
40% Ethanol extract	0.02 ±0.0001 ^b
60% Ethanol extract	0.02 ±0.003 ^b
40% Methanol extract	0.02 ±0.003 ^b
60% Methanol extract	0.01 ±0.001 ^b
w/o mulberry extract	0.93 ±0.12 ^a

¹⁾ Values are the mean±S.D.

²⁾ Means with different letters in same column are significantly different at $p < 0.05$.

보다 낮게 나타내었다. 60% methanol 추출물은 $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{M}$ 로 나타났고, 오디의 40% ethanol 추출물, 60% ethanol 추출물, 40% methanol 추출물은 $0.2 \times 10^{-3} \mu\text{M}$ 로 나타나, 오디의 모든 용매 추출물에서 TBARS에 의한 항산화 효과가 나타났다. Cha 등(2004) 연구 결과에서는 80% ethanol 추출물이 $1.81 \mu\text{M}$ 로 가장 낮은 TBARS값을 나타내었다고 보고하였으며, 이는 오디의 시료 조제 및 추출 방법에 따라 차이가 있는 것으로 사료된다.

5. 오디 추출물의 아질산염 소거능

아질산염은 식육 제품에 첨가되어 발색제 및 보존제로 이용되고 있으나, 식품 중에 존재하는 아민류와 반응하여 발암 물질인 nitrosamine을 생성한다고 알려져 있으며, 아질산염을 일정 농도 이상 섭취하게 되면 헤모글로빈을 메트헤모글로빈으로 전환시키는 데, 이 메트헤모글로빈은 각종 중독 현상을 일으키는 것으로 알려져 있다(Jung 등 2000). 오디의 각 용매 추출물별 아질산염 소거능을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 오디의 60% ethanol 추출물이 98.11%로 비교군으로 사용

Table 5. Contents of nitrite scavenging ability of each solvent fraction of mulberry extract

Solvent	Nitrite scavenging ability(%)
H ₂ O extract	39.52± 6.05 ^b
40% Ethanol extract	85.23±17.82 ^a
60% Ethanol extract	98.11± 0.50 ^a
40% Methanol extract	96.81± 2.10 ^a
60% Methanol extract	95.44± 2.23 ^a
Ascorbic acid	99.55± 0.15 ^a

¹⁾ Values are the mean±S.D.

²⁾ Means with different letters in same column are significantly different at $p < 0.05$.

한 ascorbic acid에 상응하는 아질산염 소거능을 나타내었으며, 40% methanol 추출물이 96.81%, 60% methanol 추출물 95.44%, 40% ethanol 추출물이 85.23% 순으로 비교적 높은 결과를 보였다. 반면, H₂O 추출물은 39.52%로 다른 오디 추출물에 비해 낮은 소거능을 나타내었다.

6. 오디 추출물의 알코올 분해능

체내로 흡수된 알코올의 대부분은 위장과 소장에서 흡수되어 간으로 이동된 후 분해되는데, 체내에 들어온 알코올은 간세포에 존재하는 alcohol dehydrogenase(ADH)에 의해 acetadehyde로 분해된다(Chung 등 2004). 오디의 각 용매 추출물별 알코올 분해능을 조사한 결과는 Fig. 1과 같이 나타났다. 오디의 60% ethanol 추출물이 16.08 unit/ml로 가장 높은 ADH활성을 나타내었고, 40% ethanol 추출물이 11.62 unit/ml, H₂O 추출물이 10.20 unit/ml, 40% methanol 추출물이 8.27 unit/ml로 활성을 나타내었다. 오디의 60% methanol 추출물은 비교군으로 사용된 상업용 숙취 해소 음료와 유사한 알코올 분해능을 나타내었다. Park 등(2006)은 헛개나무 열매 추출물을 함유한 숙취 해소용 음료의 경우 alcohol dehydrogenase(ADH) 활성은 숙취 제거제의 종류 및 공급 시기에 관계없이 정상군과 알코올을 섭취한 실험군 사이에 별다른 변동을 관찰할 수 없었다고 보고하였고, Kim 등(2006)은 순무의 추출 공정에 따른 알코올 분해 효과는 순무의 농도가 높을수록 ADH 활성이 높게 나타나며, 일반 순무의 물 추출물보다 특정 초음파를 병행한 추출물이 5% 이상 활성이 증진한다고 하였다.

요 약

본 연구에서는 식용 가능한 오디를 용매별로 추출하여 항산화 효과 및 숙취 해소 활성능을 알아보고자 하였다. 오디

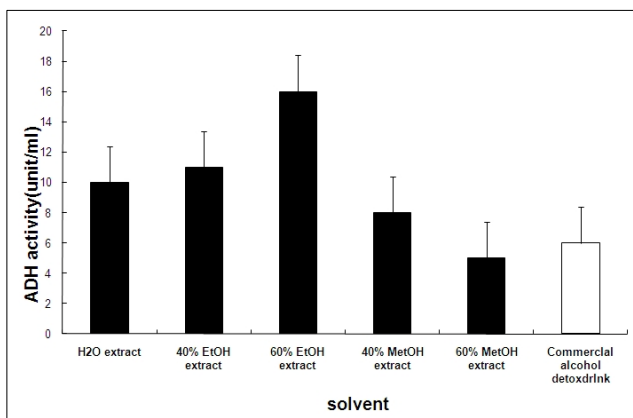


Fig. 1. Contents of ADH ability of each solvent fraction of mulberry fruit extract.

추출물에 들어있는 총 페놀 함량을 정량하였으며, 오디 추출물의 전자공여능, SOD 유사 활성, TBARS 아질산염 소거능 등을 통하여 오디의 항산화 활성을 측정하였고, 알코올 분해능은 alcohol dehydrogenase activity assay 방법을 이용하여 조사하였다. 오디 추출물의 총 페놀 화합물은 60% methanol 추출물에서 가장 높게 나타났다. 전자공여능(EDA)은 오디의 40% ethanol 추출물에서 BHT와 유사한 활성을 나타냈고, SOD 유사 활성은 BHT보다 오디 추출물이 낮은 활성을 나타내었다. 아질산염 소거능은 오디의 60% ethanol과 40% methanol 추출물이 각각 98%, 97%로 ascorbic acid와 상응하는 결과를 보였다. 알코올 분해능에서는 오디의 60% ethanol 추출물이 가장 높은 활성을 나타내었다.

참고문헌

- AOAC. 2005. Official Method of Analysis. 18th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, USA. Chapter 45:21-22
- Aruoma OI. 1998. Free radical, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. *J Am Oil Chem Soc* 75: 199-212
- Bang IS, Park HY. 2008. Physicochemical characteristics and physiological activities of the chongilppong mulberry. MS thesis Graduate School of Kong Ju National University. pp.1-156
- Bannister JV, Bannister GR. 1987. Aspects of the structure, function and applications of superoxide dismutase. *Crit Rev Biochem* 22:111-180
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Method Enzymol* 52:302-310
- Cha BC, Lee BW, Choi MY. 1998. Antioxidative and antimicrobial effects of nut species. *Korean J Pharmacogn* 29: 28-32
- Cha WS, Shin HR, Park JH, Oh SL, Lee WY, Chun SS, Choo JW, Cho YJ. 2004. Antioxidant activity of phenol compounds from mulberry fruits. *Korean J Food Preservation* 11:383-387
- Chung MS, Lee GS, Chae HJ. 2004. *In vitro* biological activity assay of ethanol extract of radish. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47:67-71
- Hong V, Wrolstad RE. 1990. Use of HPLC separation photo-diode array detection for characterization of anthocyanin. *J*

- Agric Food Chem* 38:708-715
- Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. 2000. The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis*(Omiija) seed. *Korean J Food Sci Techno* 32:28-945
- Kim DH, Kim JH, Kim CH, Kwon MC, Kim HS, Chung HG, Kang HY, Lee HJ. 2006. Effects of alcohol oxidation of *Brassica rapa* L. extraction process in Kang-Hwa. *Korean J Medicinal Crop Sci* 14:45-48
- Kim MY, Yi JH, Hwang Y, Song KS, Jun M. 2008. Isolation and identification of antioxidant substances from the stems of butterbur(*Petasites japonicus*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:979-984
- Kyrtopoulos SA. 1989. N-nitroso compound formation in human gastric juice. *Cancer Surv* 8:423-442
- Lee YS. 2007. Antioxidative and physiological activity of extracts of *Angelica dahurica* leaves. *Korean J Food Preservation* 14:78-86
- Lim JP, Suh ES. 2000. Hepatoprotective, diuretic and anti-inflammatory activities of the extract from *Portulaca oleracea* Linne. *Korean J Medicinal Crop Sci* 8:189-193
- Marklund S, Marklund, G. 1975. Involvement of superoxide amino radical in the oxidation of pyrogallol and convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:58-63
- Park EM, Ye EJ, Kim SJ, Choi HI, Bae MJ. 2006. Eliminatory effect of health drink containing *Hovenia dulcis* Thunb extract on ethanol-induced hangover in rats. *Korean J Food culture* 21:71-75
- Park SW, Chung IS, Ko GC. 1997. Quantitative analysis of anthocyanins among mulberry cultivars and their pharmacological screening. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:722-724
- Shin DH. 1996. The trend and direction of natural antioxidants research. *Food Sci Ind* 30:423-442
- Storch J, Ferver E. 1998. Detergent-amplified chemiluminescence of lucigenin for determination of superoxide anion production by NADPH oxidase and xanthine oxidase. *Anal Biochem* 169:262-267
- Yoon SK, Kim JH, Kim ZU. 1993. Studies on antioxidant activity of ethanol extracts from defatted perilla flour. *Korean J Food Sci Technol* 25:160-164

접 수 : 2011년 4월 5일
 최종수정 : 2011년 5월 25일
 채 택 : 2011년 6월 13일